



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Proyecto de Investigación
previo a la obtención del título
de Ingeniero Agrónomo

Título del Proyecto de Investigación

“Evaluación del efecto de tres bioestimulantes orgánicos sobre el crecimiento y producción del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum* var. *annuum*) en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi”

Autor:

Luis Miguel Villavicencio Parrales

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Luis Tarquino Llerena Ramos, M. Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Luis Miguel Villavicencio Parrales**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente;

Luis Miguel Villavicencio Parrales
Autor

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN


El suscrito **Ing. Luis Tarquino Llerena Ramos, M. Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Luis Miguel Villavicencio Parrales**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Evaluación del efecto de tres bioestimulantes orgánicos sobre el crecimiento y producción del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum* var. *annuum*) en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente;

Ing. Luis Tarquino Llerena Ramos, M. Sc.
Director del Proyecto de Investigación

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito **Ing. Luis Tarquino Llerena Ramos, M. Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado **“Evaluación del efecto de tres bioestimulantes orgánicos sobre el crecimiento y producción del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum* var. *annuum*) en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi”**, perteneciente al estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica **Luis Miguel Villavicencio Parrales**, CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 5%.



URKUND

Documento	Proy. Inv. Villavicencio 16.01.2020..docx (D62470358)
Presentado	2020-01-16 07:47 (-05:00)
Presentado por	rgaibor@uteq.edu.ec
Recibido	rgaibor.uteq@analysis.orkund.com

5% de estas 23 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Proy. Inv. Villavicencio 16.01.2020..docx (D62470358)
Submitted: 1/16/2020 1:47:00 PM
Submitted By: rgaibor@uteq.edu.ec
Significance: 5 %

Sources included in the report:
<https://mexico.infoagro.com/los-bioestimulantes-y-su-uso-en-la-agricultura/>

Instances where selected sources appear:
5

Ing. Luis Tarquino Llerena Ramos, M. Sc.
Director del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Evaluación del efecto de tres bioestimulantes orgánicos sobre el crecimiento y producción del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum* var. *annuum*) en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de:

Ingeniero Agrónomo

Aprobado por:

Ing. Ramiro Gaibor Fernández, M. Sc.
Presidente del Tribunal

Ing. Yanila Granados Rivas, M. Sc.
Miembro del Tribunal

Ing. Moisés Menacé Almea, M. Sc.
Miembro del Tribunal

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2020

AGRADECIMIENTOS

A Dios por estar a mi lado dándome sus bendiciones y no permitir que me rinda antes las pruebas que me pone la vida.

A mis padres por todas sus enseñanzas y haber guiado cada uno de mis pasos, inculcando en mí el deseo de superación personal y profesional.

A mis hermanos que siempre han estado a mi lado durante toda mi etapa de estudios, dándome cariño y consejos para no decaer y continuar hasta cumplir mis metas.

A mi demás familia por ser ese apoyo incondicional en todo momento.

Al Ing. Luis Llerena Ramos, M. Sc. por su colaboración y sugerencias en la presente investigación.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UTEQ, que con sus enseñanzas he logrado obtener conocimientos que serán de gran ayuda en mi vida profesional.

Luis Miguel Villavicencio Parrales

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a Dios por sus bendiciones, y no dejarme rendir en los momentos más difíciles, y permitir que mis padres, demás familiares, y mis amigos estén a mi lado.

A mis padres, por todo su amor, su guía, ejemplo y motivación y la confianza depositada en mí, es por ello que me siento orgulloso de dedicarles este logro de mi vida.

A mis hermanos, por alentarme a salir adelante ante cada dificultad que se pueda presentar en la vida.

Luis Miguel Villavicencio Parrales

RESUMEN

La aplicación de fertilizantes foliares ha demostrado traer consigo múltiples beneficios para los cultivos, mejorando la rentabilidad de los mismos. Considerando lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo el efecto de tres bioestimulantes orgánicos sobre el crecimiento y producción del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum* var. *annuum*) en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. La investigación se llevó a cabo en terrenos de la finca “Santa Cecilia” propiedad del Sr. Pedro Villavicencio, ubicada en el km 3.2 de la vía La Maná – Quevedo. El ensayo se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos en cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: Stimufol (1 kg/ha), Ergostim (500 cc/ha), Kelpak (1 l/ha) y un testigo sin fertilización foliar. Los resultados obtenidos demostraron que la aplicación de Stimufol (1 kg/ha), produjo una reducción de 5.50 y 9.75 días a la floración y fructificación con respecto a la no aplicación de fertilización foliar en el cultivo de ají jalapeño. Los tres bioestimulantes influenciaron significativamente el crecimiento del cultivo de ají, produciendo plantas más altas que el testigo a los 45, 60 y 75 días, destacándose Stimufol (1 kg/ha) que produjo un incremento de 3.95, 6.15 y 7.60 cm, respectivamente, con respecto al testigo sin fertilización foliar. Con Stimufol (1 kg/ha) se pudo obtener frutos de mejores características de longitud (7.45 cm), diámetro (45.25 mm) y peso (86.90 g), que en conjunto con una mayor producción de frutos por planta (28.75 frutos), desencadenó un mayor nivel de rendimiento por hectárea (44331.60 kg). Mediante la aplicación de Stimufol (1 kg/ha) se logró obtener la mayor rentabilidad con 117.06%, a un costo de tratamiento de \$ 153.20.

Palabras claves: cultivo de ají jalapeño, fertilización foliar, bioestimulantes orgánicos.

ABSTRACT

The application of foliar fertilizers has been shown to bring multiple benefits for the crops, improving their profitability. Considering the above, the present investigation aimed at the effect of three organic biostimulants on the growth and production of the jalapeño pepper (*Capsicum annuum* var. *Annuum*) in the area of La Maná, Cotopaxi province. The investigation was carried out on land of the “Santa Cecilia” farm owned by Mr. Pedro Villavicencio, located at km 3.2 of the La Maná - Quevedo road. The trial was conducted under a randomized complete block design with four treatments in four repetitions. The treatments evaluated were: Stimufol (1 kg / ha), Ergostim (500 cc / ha), Kelpak (1 l / ha) and a control without foliar fertilization. The results obtained showed that the application of Stimufol (1 kg / ha), produced a shortening of 5.50 and 9.75 days to flowering and fruiting with respect to the non-application of foliar fertilization in the jalapeño pepper crop. The three biostimulants significantly influenced the growth of the chili pepper crop, producing plants taller than the control at 45, 60 and 75 days, highlighting Stimufol (1 kg / ha) that produced an increase of 3.95, 6.15 and 7.60 cm, respectively, with respect to the witness without foliar fertilization. With Stimufol (1 kg / ha) it was possible to obtain fruits with better characteristics of length (7.45 cm), diameter (45.25 mm) and weight (86.90 g), which together with a greater production of fruits per plant (28.75 fruits), triggered a higher level of yield per hectare (44331.60 kg). Through the application of Stimufol (1 kg / ha) the highest profitability was achieved with 117.06%, at a treatment cost of \$ 153.20.

Keywords: jalapeño pepper cultivation, foliar fertilization, organic biostimulants.

TABLA DE CONTENIDOS

Portada	i
Declaración de autoría y cesión de derechos	ii
Certificación de culminación del Proyecto de Investigación	iii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico	iv
Certificación de aprobación por Tribunal de Sustentación	v
Agradecimientos	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
Tabla de contenido.....	x
Índice de Tablas.....	xiii
Índice de Anexos	xiv
Código Dublín	xv
Introducción.....	1
CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1. Problematización	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.1.3. Sistematización del problema.....	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación.....	5
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	
2.1. Marco teórico	7
2.1.1. Generalidades del cultivo de ají jalapeño.....	7
2.1.2. Descripción botánica	8
2.1.3. Requerimientos edafoclimáticos	10
2.1.4. Tipos de ají jalapeño.....	12
2.1.5. Bioestimulantes orgánicos.....	13

2.1.6.	Uso de bioestimulantes en la agricultura.....	14
2.1.6.1.	Bioestimulante a base de aminoácidos	15
2.1.6.2.	Bioestimulante a base de algas pardas	16
2.1.6.3.	Bioestimulante a base de ácidos fúlvicos	17
2.1.7.	Kelpak	17
2.1.8.	Stimufol	19
2.1.9.	Ergostim	20
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		
3.1.	Localización de la investigación	24
3.2.	Tipo de investigación	24
3.3.	Métodos de investigación.....	24
3.4.	Fuentes de recopilación de la información.....	24
3.5.	Diseño experimental y análisis estadístico	24
3.5.1.	Especificaciones del experimento	25
3.6.	Instrumentos de investigación	26
3.6.1.	Tratamientos estudiados	26
3.6.2.	Material genético	26
3.6.2.1.	Preparación y delimitación del terreno.....	26
3.6.2.2.	Siembra.....	26
3.6.2.3.	Trasplante	27
3.6.2.4.	Drenaje	27
3.6.2.5.	Tutorado	27
3.6.2.6.	Aporque	27
3.6.2.7.	Poda.....	27
3.6.2.8.	Fertilización.....	27
3.6.2.9.	Control fitosanitario	28
3.6.2.10.	Cosecha	28
3.6.3.	Variables evaluadas.....	28

3.6.3.1. Número de días a la floración.....	28
3.6.3.2. Número de días a la fructificación	28
3.6.3.3. Altura de plantas a los 45, 60 y 75días	28
3.6.3.4. Número de frutos por planta.....	29
3.6.3.5. Longitud del fruto.....	29
3.6.3.6. Diámetro del fruto (cm).....	29
3.6.3.7. Peso del fruto (g)	29
3.6.3.8. Rendimiento (kg/ha).....	29
3.6.3.9. Análisis económico	30
3.7. Recursos humanos y materiales	30
3.7.1. Recursos humanos	30
3.7.2. Recursos materiales	30
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. Resultados	33
4.1.1. Días a la floración y fructificación	33
4.1.2. Altura de planta a los 45, 60 y 75 días (cm).....	33
4.1.3. Número de frutos por planta.....	34
4.1.4. Longitud, diámetro y peso del fruto	35
4.1.5. Rendimiento (kg/ha).....	35
4.1.6. Análisis económico	36
4.2. Discusión.....	38
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1. Conclusiones	41
5.2. Recomendaciones.....	42
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA	
6.1. Referencias bibliográficas	44
CAPÍTULO VII. ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Esquema del análisis de varianza a utilizarse en el ensayo.....	25
Tabla 2.	Número de días a la floración y fructificación.....	33
Tabla 3.	Altura de planta a los 45, 60 y 75 días	34
Tabla 4.	Número de frutos por planta.....	34
Tabla 5.	Longitud, diámetro y peso del fruto	35
Tabla 6.	Rendimiento (kg/ha).....	36
Tabla 7.	Análisis económico del rendimiento	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Análisis de varianza de la variable número de días a la floración.....	48
Anexo 2.	Análisis de varianza de la variable número de días a la fructificación.....	48
Anexo 3.	Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 45 días (cm)	48
Anexo 4.	Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 60 días (cm)	48
Anexo 5.	Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 75 días (cm)	48
Anexo 6.	Análisis de varianza de la variable número de frutos por planta.....	49
Anexo 7.	Análisis de varianza de la variable longitud del fruto (cm).....	49
Anexo 8.	Análisis de varianza de la variable diámetro del fruto (mm)	49
Anexo 9.	Análisis de varianza de la variable peso del fruto (g).....	49
Anexo 10.	Análisis de varianza de la variable rendimiento (kg/ha)	49
Anexo 11.	Llenado de bandejas para el semillero.....	50
Anexo 12.	Siembra en gavetas germinadoras	50
Anexo 13.	Cultivo de ají jalapeño a los 30 días	51
Anexo 14.	Control de malezas en el cultivo de ají.....	52
Anexo 15.	Floración y fructificación del cultivo de ají.....	52
Anexo 16.	Tutoreo a las plantas de ají jalapeño.....	53
Anexo 17.	Evaluación de la longitud (cm) y diámetro del fruto (mm).....	53
Anexo 18.	Evaluación del peso del fruto (g).....	54

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Evaluación del efecto de tres bioestimulantes orgánicos sobre el crecimiento y producción del cultivo de ají jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> var. <i>annuum</i>) en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi
Autor:	Luis Miguel Villavicencio PARRALES
Palabras clave:	Cultivo de ají jalapeño, fertilización foliar, bioestimulantes orgánicos.
Fecha de publicación	
Editorial:	
Resumen:	<p>La aplicación de fertilizantes foliares ha demostrado traer consigo múltiples beneficios para los cultivos, mejorando la rentabilidad de los mismos. Considerando lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo el efecto de tres bioestimulantes orgánicos sobre el crecimiento y producción del cultivo de ají jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> var. <i>annuum</i>) en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. La investigación se llevó a cabo en terrenos de la finca “Santa Cecilia” propiedad del Sr. Pedro Villavicencio, ubicada en el km 3.2 de la vía La Maná – Quevedo. El ensayo se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos en cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: Stimufol (1 kg/ha), Ergostim (500 cc/ha), Kelpak (1 l/ha) y un testigo sin fertilización foliar. Los resultados obtenidos demostraron que la aplicación de Stimufol (1 kg/ha), produjo una reducción de 5.50 y 9.75 días a la floración y fructificación con respecto a la no aplicación de fertilización foliar en el cultivo de ají jalapeño. Los tres bioestimulantes influenciaron significativamente el crecimiento del cultivo de ají, produciendo plantas más altas que el testigo a los 45, 60 y 75 días, destacándose Stimufol (1 kg/ha) que produjo un incremento de 3.95, 6.15 y 7.60 cm, respectivamente, con respecto al testigo sin fertilización foliar. Con Stimufol (1 kg/ha) se pudo obtener frutos de mejores características de longitud (7.45 cm), diámetro (45.25 mm) y peso (86.90 g), que en conjunto con una mayor producción de frutos por planta (28.75 frutos), desencadenó un mayor nivel de rendimiento por hectárea (44331.60 kg). Mediante la aplicación de Stimufol (1 kg/ha) se logró obtener la mayor rentabilidad con 117.06%, a un costo de tratamiento de \$ 153.20.</p>
Descripción:	
Url	

INTRODUCCIÓN

El Ecuador posee una diversidad de climas y suelos con características topográficas que permiten la producción de una gran variedad de productos hortícolas entre ellos uno de los principales es el ají, que constituye una buena demanda potencial en los mercados, los ajés como el tabasco, el habanero y el jalapeño, presentan mayores oportunidades en el mercado nacional e internacional (Basantes, 2015).

Una de las preocupaciones en la actualidad es el uso y abuso de fertilizantes minerales que han ido destruyendo los suelos, por esta razón se debe concienciar a los agricultores el uso adecuado de dichos fertilizantes, ya que, de no hacer consciencia a tiempo, pueden causar cambios irreversibles en el suelo, así como en el equilibrio biodinámico del mismo (Martínez, Dibut, & Ríos, 2010).

Las exigencias de mercados internacionales ameritan tecnología que permitan mejorar la calidad en el rendimiento del cultivo, por lo tanto, exigen manejos integrados, que incluyan productos orgánicos y derivados de síntesis química para una mayor eficiencia agronómica.

El uso de los bioestimulantes orgánicos en la agricultura es una herramienta que tiene el agricultor para modificar procesos fisiológicos de la planta, y con ellos lograr mejoras en la productividad, calidad y rentabilidad de los cultivos, haciendo que las plantas sean tolerantes al estrés biótico, abiótico y el medio en que se desarrollan. De esto es importante conocer lo que se desea regular, ya que los fitoestimulantes, en especial los simples, son muy específicos en su efecto (Hidalgo, 2017).

En el mercado se ofertan una amplia gama de productos bioestimulantes de diferentes empresas, origen y formulaciones, sin embargo, la oferta de estos varía de acuerdo a la zona en que se tenga previsto establecer el cultivo, en este caso el cultivo de ají jalapeño, por lo que es necesario antes de aplicar un bioestimulante en el mismo, con fines comerciales, evaluar su efecto para de este modo poder identificar el que represente un mayor beneficio para el productor en cuanto a crecimiento y desarrollo del cultivo, y por ende en términos económicos, para de este modo garantizar la sostenibilidad del sistema de producción de ají jalapeño, en una determinada área, que para el presente estudio se considera al cantón La Maná, por poseer suelos y clima adecuados para la producción de ají jalapeño.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problematización

1.1.1. Planteamiento del problema

Los agricultores en la actualidad continúan con el uso indiscriminado de productos químicos, debido a la falta de conocimiento sobre las alternativas como son los bioestimulantes que existen, por lo cual se considera que aun utilizan una agricultura convencional que presentan condiciones que no resultan tan amigables con el medio ambiente, destruyen su flora natural, cambian su entorno, crean resistencia a insectos y enfermedades, reduciendo su capacidad, como posibilidades para mejorar producción, calidad y rendimiento de las hortalizas.

El uso indiscriminado de productos químicos, son unos de los principales factores de contaminación de los suelos, los cuales constituyen una preocupación permanente para la producción hortícola de calidad y sanidad, generando una producción poco rentable, por lo cual se debe buscar alternativas que satisfaga a productores como consumidores y que sean amigables con el medio ambiente.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de tres bioestimulantes orgánicos sobre el crecimiento y producción del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum* var. *annuum*) en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuál es la influencia de tres bioestimulantes orgánicos sobre el crecimiento del cultivo de ají jalapeño?

¿Cuál bioestimulante produce mayor rendimiento por hectárea en el cultivo de ají jalapeño?

¿Qué tratamiento representa el mayor beneficio económico para el productor de ají jalapeño?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de tres bioestimulantes orgánicos sobre el crecimiento y producción del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum* var. *annuum*) en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia de tres bioestimulantes orgánicos sobre el crecimiento del cultivo de ají jalapeño.
- Establecer el bioestimulante que produzca el mayor rendimiento del cultivo de ají jalapeño.
- Efectuar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.3. Justificación

La bioestimulación de los cultivos ha demostrado traer consigo múltiples beneficios para el crecimiento, desarrollo y producción de los mismos; es por ello, que la presente investigación tiene relevancia al identificar el bioestimulante que produzca mejor respuesta agronómica en el cultivo de ají jalapeño en el cantón La Maná, donde este cultivo no se explota con fines comerciales, por lo que al estudiar a fondo esta tecnología de producción puede constituir una herramienta que atraiga la atención de productores a invertir, garantizando la sostenibilidad y la diversificación de cultivos.

Los resultados de esta investigación beneficiarán tanto a técnicos como a agricultores y demás personas inmersas en la producción agrícola, ya que ofrecen una opción para bioestimular a los cultivos, teniendo información de referencia sobre el efecto de dichos productos sobre el cultivo de ají jalapeño, para en base a esto orientar al momento de la toma de decisiones sobre tecnología de producción.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico

2.1.1. Generalidades del cultivo de ají jalapeño

El género *Capsicum*, es originario de las regiones áridas de las montañas andinas, las que hoy en día forman parte de Perú y Bolivia, y luego migraron a las regiones bajas tropicales de las Américas (Bosland & Votava, 2012), donde se han encontrado semillas de formas ancestrales de más de 7000 años. Este género incluye más o menos 27 especies de las cuales 5 han sido domesticadas en diferentes regiones geográficas del norte, centro y sur de América (Solis, 2015). Russo (2012) sugiere que la domesticación de *Capsicum annuum* puede anteceder a los inicios de la agricultura en las Américas. Se considera que *C. annuum* se originó y domesticó en Mesoamérica, exactamente en México y Guatemala (Aduato *et al.*, 2014).

Los ajíes eran desconocidos en Europa, Asia y África hasta que Cristóbal Colón llegó a América. Después de que Colón retornó a Europa con las semillas de *Capsicum*, las extensas rutas comerciales de España y Portugal ayudaron a la expansión del género alrededor del mundo (Bosland & Votava, 2012). El ají se expandió rápidamente junto a la ruta de especias desde Europa a África, India, China, Japón y Corea. Esta nueva especia fue rápidamente introducida en la cocina de Europa, África y Asia y se convirtió en el fruto y especia dominante en la cocina de la India y China (Solis, 2015).

Su utilización data desde tiempos remotos, primordialmente como condimento, aunque también es una importante fuente de vitamina C, además de diversos usos por parte de las diferentes culturas americanas. *Capsicum annuum annuum* es la subespecie más ampliamente conocida y de mayor importancia económica de los chiles cultivados, ya que presenta una distribución mundial (Chávez, Tuxill, & Jarvis, 2004).

Se consumen en estado fresco y deshidratado o seco, se utiliza como condimento debido a su principio picante (capsaicina) que se localiza en la placenta de los frutos. Es uno de los vegetales más importantes en México en cuanto al área sembrada y valor económico para exportación. La gran variación en climas y condiciones para su desarrollo, que va del nivel del mar hasta los 2000 msnm, permite tener producción tanto para consumo local como para exportación durante todo el año (Chávez *et al.*, 2007).

La variabilidad de esta especie es debido a las aplicaciones culinarias que se le da, por su sabor, color; además, los aspectos más determinantes para esta diversidad de usos es su amplio espectro de aromas, combinado con los sabores básicos, la pungencia y los compuestos volátiles responsables del aroma (Preciado *et al.*, 2015).

A nivel mundial, China es el mayor productor, seguido de México, Turquía, EE.UU., España e Indonesia. A la vez, Estados Unidos, Alemania, Reino Unido, Francia, Holanda y Canadá son los principales países importadores. El ají jalapeño es una de las hortalizas más importantes en la industria de conservas, siendo una excelente alternativa de diversificación, debido al alto potencial de exportación que presentan los productos elaborados a partir de estos (Azofeifa & Moreira, 2008).

2.1.2. Descripción botánica

La planta es de hábito perenne, pero se la cultiva como anual. Tiene un sistema radicular pivotante provisto y reforzado de un número elevado de raíces adventicias, aunque en ajíes la presencia de raíces adventicias es raro. La mayoría de las raíces están ubicadas cerca de la superficie del suelo. Horizontalmente, el sistema radicular alcanza una longitud de 30-50 cm y crece de 30-60 cm de profundidad (Bosland & Votava, 2012), siempre y cuando las condiciones de desarrollo sean las adecuadas. Como regla general, el peso de la raíz es aproximadamente el 10% del peso total de la planta, aunque los cultivares modernos, la masa radicular es relativamente pequeña en comparación con el resto de la planta. Inicialmente en plantas jóvenes la relación raíz-copa es alta, pero esta relación se reduce gradualmente a medida que incrementa el porcentaje de tallo y follaje de la planta (Solis, 2015).

El tallo es principalmente herbáceo, aunque cuando la planta alcanza cierta edad los tallos se lignifican ligeramente. Es de crecimiento limitado y erecto, con un porte que en término medio puede variar entre 0.5 – 1.5 m. A partir de cierta altura (“cruz”) emite dos ramas y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo. Puede ser glabro, pubescente o presentar una gradación entre enteramente glabro y enteramente pubescente (Adauto *et al.*, 2014).

Las hojas son simples, alternas y lanceoladas, con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un peciolo largo y poco aparente. El haz es glabro (liso y suave al tacto) y de color verde

intenso brillante. La nervadura parte de la base de la hoja, como una prolongación del peciolo, del mismo modo que las nervaduras secundarias que son pronunciadas y llegan así al borde de la hoja. Los estomas se forman tempranamente en la hoja en desarrollo y su densidad inicial aumenta con la expansión de las hojas (Fu *et al.*, 2010).

Las flores típicas de los *Capsicum* son pentámeras, hermafroditas e hipóginas la corola es de color blanquecina, aparecen solitarias en cada nudo y son de inserción aparentemente axilar. El diámetro de la flor del ají es de 10-15 mm, pero los tipos silvestres de *Capsicum* tienen flores más pequeñas. Su fecundación es claramente autógena, la alogamia no supera el 10%. La polinización cruzada depende de diferentes factores, pero puede variar y, en muchos lugares, la polinización cruzada es la forma predominante de polinización en los *Capsicum* (Russo, 2012).

En la mayoría de los cultivares de ají la floración comienza con una flor simple en el nudo de la primera bifurcación (pero puede haber excepciones donde hay dos flores por nudo). Luego de la aparición de la primera flor las otras se producirán en cada nudo adicional aumentando en progresión geométrica por lo que para alcanzar buenos rendimientos es fundamental construir una adecuada estructura de la planta (Solis, 2015). Bosland y Votava (2012) señalan que eventualmente se desarrollan más de 100 flores por planta y que la proporción de cuajado está negativamente correlacionado con el número de flores desarrolladas sobre la planta y además que cuando la planta tiene un alto número de frutos cuajados la producción de flores se reduce.

El fruto del ají jalapeño es una baya semicartilaginosa alargada de aproximadamente 7.5 cm y su diámetro es de 2.5 cm. El color del fruto define el grado de madurez que tenga, comenzando en verde hasta llegar a rojo en la madurez. Los frutos de las primeras cosechas son usualmente más largos y tienen un color rojo más intenso y mayor contenido de pungencia a la madurez que los frutos de las últimas cosechas (Toledo *et al.*, 2011). Puede tener dos o más lóculos, cada uno dividido por una placenta central en donde se encuentran vesículas especializadas en la producción de oleoresina y capsaicinoides. La curva de crecimiento de los ajíes es una simple del tipo sigmoideal en donde la división celular tiene lugar principalmente en la etapa de la pre-antesis y es en esta misma etapa donde se define la forma del fruto. El tamaño es determinado por elongación durante la antesis y post-antesis (Anguiano, 2010).

Se considera que los frutos de ají son clasificados como no climatéricos, es decir si los frutos se dejan en la planta pueden madurar con normalidad, pero si son cosechados en su etapa verde maduro los frutos serán incapaces de madurar con normalidad. Durante el proceso de maduración, el contenido de clorofila disminuye mientras que paralelamente el contenido de carotenoides aumenta (Moreno, 2017).

El tipo de carotenoides es controlado por el genotipo de la planta y el ambiente donde este crece (Bosland & Votava, 2012). Estos compuestos son sintetizados en los cromoplastos y sirven como pigmentos fotosintéticos, aunque su principal función es la de fotoprotección, es decir, protege el aparato fotosintético de un exceso de radiación solar que podría dañarlo irreversiblemente debido a la generación de radicales libres de oxígeno que desencadenan un estrés del tipo oxidativo (Barreto, 2006).

El fruto se cosecha sin madurar o bien, maduro. Su forma es cónica y alargada estrechándose en la punta, pero terminando con forma redondeada; tiene color verde oscuro con sabor a verdura y cuando madura se torna rojo y toma sabor dulzón; su carne es gruesa, lustrosa y aromática. El picante se encuentra en las semillas y las venas. El fruto sin madurar se consume en verde, pero cuando se cosecha maduro, se seca para hacer chipotle o bien llevarlo a un proceso de industrialización (Anguiano, 2010).

Las semillas son redondeadas y ligeramente reniformes, suelen tener 3-5 mm de longitud. Se insertan sobre una placenta cónica de disposición central, y son de un color amarillo pálido. Un gramo puede contener entre 150 y 200 semillas y su poder germinativo es de tres a cuatro años. Una típica semilla de ají tiene aproximadamente 1 mm de espesor, 5.3 mm de longitud, y 4.3 mm de ancho (Méndez *et al.*, 2004).

2.1.3. Requerimientos edafoclimáticos

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto (Roblero, 2007). Para que se produzca un buen crecimiento y desarrollo del cultivo, se requiere de condiciones climáticas favorables. El cultivo del ají es exigente en temperatura (más que el tomate y menos que la berenjena) (Barreto, 2006).

La temperatura óptima para la floración es de 25 °C, la máxima de 35 °C, mientras que la mínima llega hasta los 18°C, evidenciándose que, sobrepasando dichos límites, el cultivo se ve afectado desfavorablemente. A temperaturas mayores de 35 °C, en las especies de frutos pequeños el pistilo crece más grande que los estambres antes de que abran las anteras provocando la polinización cruzada, causando comúnmente caída de flores y aborción de semilla por fruto debido a las fallas en la polinización. Además de esto, se requiere de cierta madurez de la planta que de ají jalapeño se da con la presencia mínima de 8-12 hojas verdaderas (Karni & Aloni, 2002).

Los saltos térmicos (diferencia de temperatura entre la máxima diurna y la mínima nocturna) ocasionan desequilibrios vegetativos. La coincidencia de bajas temperaturas durante el desarrollo del botón floral (entre 15 y 10°C) da lugar a la formación de flores con alguna de las siguientes anomalías: pétalos curvados y sin desarrollar, formación de múltiples ovarios que pueden evolucionar frutos distribuidos alrededor del principal, acortamiento de estambres y de pistilo, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de anteras, etc. Las bajas temperaturas también inducen la formación de frutos de menor tamaño, que pueden presentar deformaciones, reducen la viabilidad del polen y favorecen la formación de frutos partenocárpicos (Matarín, 2008).

La humedad relativa óptima oscila entre el 50% y el 70%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados (Montenegro, 2015).

El ají es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración, ya que la baja luminosidad incrementa la abscisión floral y afectan la tasa fotosintética, la partición de asimilados y el metabolismo de la azúcar en los tejidos de la fuente (Montenegro, 2015).

Los suelos más adecuados para el cultivo del pimiento son los arenosos - limosos profundos, ricos y con un contenido en materia orgánica del 3-4% y principalmente bien drenados. Los valores de pH óptimos oscilan entre 6.5 y 7 aunque puede resistir ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5.5); en suelos enarenados puede cultivarse con valores de pH próximos a 8. En cuanto al agua de riego el pH óptimo es de 5.5 a 7.0 (Barreto, 2006).

Es una especie de moderada tolerancia a la salinidad tanto del suelo como del agua de riego, aunque en menor medida que el tomate. Es muy importante conocer y considerar el pH del suelo porque indica los rangos para el buen uso y asimilación de los fertilizantes y especialmente cuando sean de origen nitrogenado (Adauto *et al.*, 2014).

2.1.4. Tipos de ají jalapeño

Los ajíes son vegetales de los que existe una gran cantidad de variedades, las más conocidas y utilizadas pertenecen al género *Capsicum*, en las zonas andinas de habla quichua el producto picante era conocido con la palabra “uchú”, en las zonas del Caribe lo llamaban “axi” y después cambio el nombre a “ají”, en cambio los aztecas lo conocían como “chili”, después pasaron a llamarlo “chile” (CEDEPAS, 2011; Quiancha, 2014).

Barreto (2006), indica que, por las características del fruto, habito de crecimiento se han agrupado cuatro subtipos de ají jalapeño:

- **Jalapeño típico:** Se le conoce también como chile rayado, acorchado o gordo, tiene plantas compactas de aproximadamente 65 cm, de altura que producen frutos cónicos de forma cilíndrica que mide de 4 a 8 cm, de largo y de 3 a 6 cm, de ancho. Este chile tiene una gran aceptación para la industria de enlatado.
- **Jalapeño peludo:** Se le conoce también como candelaria o cuaresmeño, tiene una planta de porte alto, de 1.0 a 1.5 m de altura. La planta es de crecimiento tardío y de producción escalonada. Se obtienen de 5 a 6 cosechas bajo siembra de temporal. Este subtipo es susceptible a los excesos de humedad. El fruto es de forma alargada y cuerpo angular, mide de 6 a 9 cm. de largo y de 3 a 4 cm. de ancho. Otra característica del fruto es que posee un pericarpio grueso. En la zona productora de Veracruz la cosecha se realiza principalmente en los meses de mayo y junio. Los productos de este subtipo se destinan para consumo en fresco.
- **Jalapeño espinalteco:** Este subtipo posee plantas de tipo intermedio, de 70 a 80 cm., de altura. Es precoz y produce solamente 2 cosechas al año. Los frutos son alargados, delgados y con un ápice puntiagudo con una longitud de 6 a 9 cm. y un ancho de 2.5 a 3 cm. El pericarpio es delgado, menores de 0.4 cm.

- **Jalapeño morito:** Llamado también bolita, tiene plantas de 70 cm de altura. Este tipo posee el fruto de menor aceptación comercial. Presenta una coloración oscura y mide aproximadamente 4 cm de largo.

2.1.5. Bioestimulantes orgánicos

Los bioestimulantes son considerados como sustancias biológicas que actúan potenciando determinadas rutas metabólicas y o fisiológicas de las plantas. No son nutrientes ni pesticidas, pero tienen un impacto positivo sobre la salud vegetal. Influyen sobre diversos procesos metabólicos tales como la respiración, la fotosíntesis, la síntesis de ácidos nucleicos y la absorción de iones, mejoran la expresión del potencial de crecimiento, la precocidad de la floración además de ser reactivadores enzimáticos (Quiancha, 2014).

Este tipo de productos no tienen acción directa contra las plagas, y por lo tanto no entran en el marco normativo de los plaguicidas. Se estima que el valor del mercado de los bioestimulantes mueve entre 200 y 400 millones de euros, con un crecimiento anual de más del 10% y la inversión anual en investigación y desarrollo entre el 3 y el 10% de la facturación (Díaz, 2015).

Los bioestimulantes ya sea de origen químico sintético o vegetal, están enriquecidos con vitaminas, aminoácidos, hormonas y micronutrientes y son utilizados como promotores de crecimiento de las plantas, ya que todos los procesos de crecimiento y desarrollo son influenciados de una u otra manera por varias fitohormonas, interactuando entre sí y con los demás bioestimulantes de crecimiento (Carrera & Canacuán, 2011). Son mezclas de dos o más reguladores vegetales con otras sustancias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas, etc.), pudiendo estos compuestos incrementar la actividad enzimática de las plantas y el metabolismo en general (Juarez, 2016).

Favorecen o mejoran el desempeño agronómico de los cultivos en etapas tempranas e incluso en etapas críticas. Estos productos combinan nutrientes minerales asociados a compuestos orgánicos - fuentes naturales de aminoácidos, ácidos húmicos y fúlvico, garantiza una rápida e intensa absorción y asimilación de los elementos nutritivos, estimulando la actividad fisiológica de las plantas y aumenta la resistencia al estrés (Solis, 2015).

Por sus características de múltiples hormonas en baja cantidad, así como por las dosis recomendadas, su aplicación difícilmente puede regular o manipular un proceso, sirviendo como complemento auxiliar en el mantenimiento fisiológico de la planta aplicada, lo cual puede ser importante en condiciones limitantes del cultivo por mal clima, sequía, ataque de patógenos, entre otros. En términos generales un cultivo con buen desarrollo y productividad no responde significativamente a los bioestimulantes (Carrera & Canacuan, 2011).

2.1.6. Uso de bioestimulantes en la agricultura

La bioestimulación se puede entender como la inducción para promover o retrasar un proceso fisiológico, lo que implica la aplicación de productos con dicho fin, integrados con prácticas de manejo de suelo o del follaje que faciliten el adecuado crecimiento y desarrollo de la planta, que son compatibles con sistemas agroecológicos sustentables, ya que permiten mantener un equilibrio dinámico intrapredial (Morales, 2016).

El uso de bioestimulantes datan de la antigüedad, pero es durante los últimos años cuando se han intensificado la investigación para conseguir nuevos compuestos a fin de mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos. Aunque siempre se ha asociado su uso con la agricultura ecológica, está cobrando cada vez más protagonismo en la agricultura tradicional (Díaz, 2015).

La aplicación de bioestimulantes dadas sus características no existe daño posible por arrastre a cultivos colindantes, ni riesgo de intoxicación a los trabajadores ni a las personas en general, así como a los animales domésticos, ni a la entomofauna y mesofauna beneficiosas, por lo que, a mediano y largo plazo, las ventajas para el ambiente y, especialmente para la salud humana son incalculables. Se deben perfeccionar las técnicas para lograr una nueva agricultura, la agricultura sostenible, que tiene como base científica la agroecología, para el mejor desarrollo del proceso productivo (Martínez, Dibut, y Ríos, 2010).

Según Díaz (2015), los bioestimulantes pueden contribuir eficazmente a los grandes retos a los que se enfrenta actualmente la agricultura mundial:

- Abastecer a una población mundial en continuo crecimiento. Esto es posible gracias a la mejora de los rendimientos y la calidad de los cultivos.

- Resistencia al cambio climático, aumentando la tolerancia al estrés abiótico que pueden causar las lluvias torrenciales, temperaturas extremas, etc.
- Desarrollo rural sostenible al facilitar la asimilación, uso y translocación de los nutrientes y aumentar la eficiencia de otros insumos se produce un ahorro en la inversión por parte del agricultor que mejora sus rendimientos.
- Optimización de los recursos naturales. Los bioestimulantes reducen las pérdidas de nutrientes por lixiviación aumentando la cantidad de nutrientes disponibles.
- Mejora de la calidad de los productos. Los bioestimulantes pueden mejorar los atributos de calidad de los productos, tales como el contenido de azúcar, el sabor o el color de las frutas. Esta mejora de la calidad repercute en todos los eslabones de la cadena: mejores ingresos para el agricultor, mayor tolerancia al transporte y almacenaje para el intermediario, y alimentos más nutritivos y de mejor apariencia para el consumidor.
- Combate la desertización y el empobrecimiento del suelo, fomentando el desarrollo de microorganismos beneficiosos para mantener la estructura y la materia orgánica del suelo, y aumenta la capacidad de retención del agua de manera más eficaz aumentando la resistencia a la erosión.

2.1.6.1. Bioestimulante a base de aminoácidos

Los aminoácidos son compuestos orgánicos que contienen un grupo amino y un grupo carboxilo. Veinte de estos compuestos son los constituyentes de las proteínas, conocidos como alfa-aminoácidos y son los siguientes: alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, ácido glutámico, glutamina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, serina, treonina, triptófano, tirosina y valina. Los grupos amino y carboxilo se encuentran unidos al mismo átomo de carbono, y ligado a él se encuentra un grupo variable (R). Es en dichos grupos R donde las moléculas de los 20 alfa-aminoácidos se diferencian unas de otras (Sanabria, 2014).

Los aminoácidos constituyen la base fundamental de cualquier molécula biológica, y son compuestos orgánicos. No puede realizarse proceso biológico alguno, sin que en alguna fase del mismo intervengan los aminoácidos (Michitte, 2007).

Los aminoácidos son moléculas orgánicas ricas en Nitrógeno y constituyen las unidades básicas de las proteínas. También son el punto de partida para la síntesis de otros compuestos, tales como vitaminas, nucleótidos y alcaloides (Jorquera & Yuri, 2006).

El uso de aminoácidos en cantidades esenciales es bien conocido como un medio para aumentar la producción y la calidad total de cosechas. Aunque las plantas tienen la capacidad por sí solas de sintetizar todos los aminoácidos que necesita a partir del nitrógeno, carbono, oxígeno e hidrógeno el proceso bioquímico es muy complejo y consumidor de energía; por lo que, la aplicación de aminoácidos permite un ahorro de energía y un mejor desempeño de la planta en etapas críticas donde requiere elementos altamente disponibles para realizar sus funciones (Angulo, 2009).

Los aminoácidos siempre se han utilizado cuando la planta presenta cualquier problema externo (estrés hídrico, golpes de calor y/o frío, ataques de plagas y enfermedades, fitotoxicidad). Actualmente, los aminoácidos también se utilizan cuando se quiere ayudar a la planta en momentos críticos, tales como durante el enraizamiento, antes de floración, antes del cuaje, durante el engorde, en la asimilación del potasio (K), etc. Pueden ser aplicados por el sistema de riego por goteo (fertirrigación) o por vía foliar. Las aplicaciones deben hacerse a tempranas horas del día o por la tarde, ya que los momentos de fuerte insolación en el cultivo dificultan su asimilación por vía foliar. Las dosis a aplicar y las mezclas serán dadas por el fabricante del producto (Sanabria, 2014).

2.1.6.2. Bioestimulante a base de algas pardas

Algunos de los bioestimulantes de origen natural más usados en nuestra agricultura son derivados de algas marinas. Estos productos basan su éxito en la recuperación de los elementos hormonales y/o nutricionales de los cultivos acuáticos, para ser aplicados en los cultivos agrícolas (Carrera & Canacúan, 2011). Las algas pardas de grandes dimensiones: especies de los géneros *Laminaria* y *Ascophyllum* en Europa, *Sargassum* en países más cálidos como Filipinas, son las más utilizadas (Medjdoub, 2012).

El efecto de los extractos líquidos de algas, más que como abono (que no lo es, ya que su aporte mineral es mínimo), consiste principalmente en la estimulación de sistema radicular y en general, en la estimulación del vigor de la planta. Los extractos líquidos de algas son

bioestimulantes (estimuladores del desarrollo y del sistema inmunitario y de defensa de la planta). Los principales disparadores (elicitores) de las reacciones metabólicas que generan la bioestimulación de la planta están compuestos por unos tipos especiales de azúcares (oligosacáridos: moléculas compuestas entre 7 y 25 monómeros de azúcar) que se encuentra en las paredes celulares de las algas (García, 2005).

2.1.6.3. Bioestimulante a base de ácidos fúlvicos

Los bioestimulantes nutricionales son complejos de abonos foliares especiales de enmiendas de sustancias húmicas (ácidos húmicos y fúlvicos) líquidas, que se define como un bioestimulante que activa, sin alterar, los procesos naturales del metabolismo de las plantas (García, 2005; Granados, 2015).

Los ácidos fúlvicos son fracciones activas solubles en ácidos fuertes. Constituyen una serie de compuestos sólidos o semisólidos, amorfos, de color amarillento y naturaleza coloidal, fácilmente dispersables en agua y no precipitables por los ácidos, susceptibles en cambio de experimentar floculación en determinadas condiciones de pH y concentración de las soluciones de cationes no alcalinos. Son de muy rápida asimilación por sus conformaciones estructurales simples y pequeñas, actuando como bioestimulantes (FOSAC, 2007).

2.1.7. Kelpak

Kelpak es producido a partir de la especie de alga *Ecklonia maxima*, la cual crece sólo en aguas abiertas, limpias y frías de las costas atlánticas de Sudáfrica. La Corriente de Benguela rica en nutrientes provee condiciones perfectas para el rápido crecimiento de este bosque de algas gigantes. A pesar de las peligrosas condiciones y sensibilidad ecológica en donde crece este bosque de algas, los buzos cosechan manualmente. Usando un programa rotativo de franjas se asegura una uniformidad de edad y tamaño de la materia prima, resultado finalmente en niveles consistentes de actividad en el producto final. Una vez cosechada y en tierra el alga es transportada inmediatamente a la planta de producción para asegurar una materia prima fresca para el proceso (Kelpak, 2018).

Las algas con que se produce Kelpak son cuidadosamente cosechadas en un proceso rotativo cada 2 años, asegurando la uniformidad de la materia prima. Kelpak es producido bajo un

método de extracción patentado llamado Cold CellBurst, el cual usa solo diferenciales de presión para romper las paredes celulares. Al no usar químicos, ni altas, ni bajas temperaturas, asegura el contenido hormonal del alga dentro del producto, especialmente las auxinas las cuales son muy inestables al pH alto y a las temperaturas o las fitohormonas quedan retenidas (no activas para las plantas) en restos orgánicos del producto, este es el caso de productos en pastas o cremas. En el caso de Kelpak por ser líquido y sin agregado de sales u otros compuestos, todas las Fitohormonas estas biológicamente activas (CALS, 2016).

Quichimbo (2014) y Palma (2015), concuerdan en que kelpak tiene las siguientes ventajas para ellos cultivos:

- Estimula la germinación y rápido enraizamiento de semillas y así el establecimiento de loa cultivos, llegando sus resultados hasta cosecha (mayor rendimiento).
- Estimula la formación de raíces de las plantas, especialmente indicado para inmersión de raíces o plántulas antes del trasplante.
- Induce mayor producción de raíces secundarias estimula una mayor absorción de agua y nutrientes desde el suelo, que, junto a una mayor producción endógena de citoquininas, produce plantas con mejor follaje, determinando incrementos en la producción y calidad de las cosechas.
- Estimula una mejor cuaja en frutales, debido a la alta actividad auxinica y de los brassinoesteroides, hormonas responsables de la elongación de los tubos polínicos.
- Estimula el tamaño de frutos y bayas (uva de mesa, berries). Las auxinas junto a los brassinoesteroides de Kelpak, estimulan la elongación celular y así frutos de mayor tamaño.
- Estando aplicado, confiere a las plantas un alto grado de resistencia a diversos tipos de estrés, tales como: frio (micro-heladas), falta de agua, altas temperaturas, salinidad, entre otros. Esto dado principalmente por la actividad de las poliaminas.

CALS (2016), menciona que Kelpak tiene la siguiente composición:

Nitrógeno (N)	0.4 g/l (0.04% p/v)
Fósforo (P ₂ O ₅)	0.3 g/l (0.03% p/v)
Potasio (K ₂ O)	6.1 g/l (0.61% p/v)
Auxinas	11 mg/l
Citoquininas	0.031 mg/l
Brassinoesteroides	1.1 µg/l
Poliaminas	2.0 mg/l
Florotanninas	4.0 mg/l

2.1.8. Stimufol

Es un fertilizante foliar completamente balanceado, adicionado con micronutrientes que estimula el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas. Ayuda a reducir el estrés, a la vez que provee elementos esenciales para el buen funcionamiento de diversos cultivos (Sosa, 2015). Es un nutriente especial complejo (NPK) de alto contenido en Potasio, con Oligoelementos quelados. Especialmente indicado durante la etapa de engorde y maduración del fruto. Es aplicable en cualquier cultivo y particularmente indicado en: olivo, fresa, cítricos, frutales, melón, tomate, sandía, pimiento, viña, algodón y patatas. Favorece el desarrollo, tamaño y calidad de los frutos, aumenta la producción, Mejora la consistencia y el sabor de los frutos (SYNGENTA, 2011).

En pulverización foliar se disuelve la dosis necesaria en una pequeña cantidad de agua que se añadirá al tanque del pulverizador, cuando esté medio lleno, completando a continuación el total de agua. STIMUFOL también puede aplicarse a través del agua de riego, gracias a su alto grado de solubilidad (99.6%). De forma general se aplicarán 250-500 gramos por 100 litros de agua ó 2-4 kg/ha. El uso de Stimufol favorece la precocidad, provee más resistencia a manipulación y mejora de presentación color y sabor (Sánchez, 2017).

Los nutrientes secundarios y menores y componentes de Stimufol, están quelatados con EDTA para mejor absorción y aprovechamiento de las plantas. La alta solubilidad del producto facilita la toma y translocación de nutrientes por las hojas, con lo cual las plantas incorporan en su metabolismo los elementos esenciales para su buen funcionamiento. Es

aconsejable tomar muestras homogéneas de suelo y de hojas para realizar el análisis químico y conocer el estado nutricional de las plantas y determinar así las deficiencias que se estén presentando en un determinado momento (Sosa, 2015).

SYNGENTA (2015), señala la siguiente composición del Stimufol:

Nitrógeno total (N)	25% p/p
Nitrógeno nítrico	4.3% p/p
Nitrógeno amoniacal	1.0% p/p
Nitrógeno ureico	19.7% p/p
Pentóxido de fósforo soluble en citrato amónico neutro y en agua	5.0% p/p
Pentóxido de fósforo soluble en agua (P ₂ O ₅)	5.0% p/p
Óxido de potasio (K ₂ O) soluble en agua	15.0% p/p
Óxido de magnesio (Mg O) soluble en agua	3.0% p/p
Boro (B) soluble en agua	0.6% p/p
Cobre (Cu) soluble en agua	0.04%
Cobre (Cu) quelado por EDTA-Na ₂	0.04%
Manganeso (Mn) soluble en agua	0.04%
Manganeso (Mn) quelado por EDTA-Na ₂	0.04%
Zinc (Zn) soluble en agua	0.04%
Zinc (Zn) quelado por EDTA-Na ₂	0.04%

2.1.9. Ergostim

Ergostim es una novedosa formulación de sustancias esenciales que mejoran el metabolismo vegetal. Está formulado a base de dos derivados del aminoácido Lcysteina. Aplicado a los cultivos según las dosis recomendadas y en la fase del desarrollo vegetal oportuno mejora el rendimiento y la calidad de las cosechas (QSI, 2017). Según Bayer (2019, Ergostim es un estimulante que activa, sin alterarlos, los procesos metabólicos de las plantas cultivadas, actuando en dos sentidos:

- Incremento de producción: al proporcionar grupos tiólicos, que aumentan la actividad metabólica y enzimática de las plantas, favoreciendo el desarrollo vegetativo y produciendo una mayor y mejor cosecha.

- Superación de estados de estrés, que pueden derivar de una sequía, heladas, fitotoxicidad, etc... Aumenta el nivel de prolina en el vegetal, lo que proporciona a su vez, un aumento de la actividad metabólica.

Isagro y Agripac (2018), indican que este bioestimulante trae consigo los siguientes beneficios a los cultivos:

- Genera un incremento de la actividad enzimática y del metabolismo vegetal, con acentuación de los procesos de respiración, transpiración y síntesis.
- Consigue un aumento del contenido de sustancias protéicas, carbohidratos, vitaminas y hormonas de crecimiento, favorece la precocidad de la floración, mejora el cuajado de frutos y aumenta la producción en las cosechas.
- Estimula el aumento de los procesos de reducción (síntesis), respecto de aquellos de oxidación (degradación).
- Estimula la formación de ácidos nucleicos asegurando la síntesis de los aminoácidos y su transformación en proteínas. Estimula el metabolismo glucídico y lipídico, aumentando la calidad de azúcar y grasas.
- Estimula la asimilación clorofílica optimizando la fotosíntesis, e intensifica el crecimiento del sistema radicular asegurando una mejor nutrición.

Aplicado a las semillas produce un mayor vigor, desarrollo radicular y nacencia uniforme. Las aplicaciones foliares optimizan las reservas nutricionales, el desarrollo foliar equilibrado y la floración vigorosa (SIFATEC, 2015).

Es utilizado en semilla o en aplicaciones foliares dependiendo del cultivo. Posee un amplio espectro de uso: ajo, cebolla, ajonjolí, cártamo, girasol, alfalfa, algodón, arroz, caña de azúcar, fresa, zarzamora, frijol, soya, chícharo, ejotero, haba, garbanzo, lenteja, frijol, maíz, sorgo, aguacate, manzano, peral, nogal, durazno, melón, sandía, pepino, chile, tomate, papa, papaya, trigo, avena, cebada, vid y ornamentales (SIFATEC, 2015).

Permite que haya balance entre los aminoácidos naturales de la planta, estimula los procesos de síntesis (reducción), activa las enzimas oxidadas (inactivas) evitando así la fatiga enzimática relacionada con el estrés. Favorece el desarrollo vegetativo, crecimiento de fruto y prolonga la vida activa de las hojas, evitando con ello el envejecimiento prematuro del área foliar, además al inducir una mayor actividad auxínica y citoquinínica en el cultivo (Angulo, 2009).

Según Agripac (2018) y Bayer (2019), este producto tiene la siguiente formulación:

Ácido N+Acetil thiazolidin-4-carboxilice (AATC)	2.75 %
Ácido 4 thiazolidin carboxílico (ATC)	2.75 %
Glycina	6.1%
Aminoácidos libres	6.1% p/p
Nitrógeno total	1.96%
Nitrógeno orgánico	1.14%

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la investigación

La presente investigación se llevó a cabo en terrenos de la finca “Santa Cecilia” propiedad del Sr. Pedro Villavicencio, ubicada en el km 3.2 de la vía La Maná – Quevedo, entre las coordenadas geográficas 0°56'57.1" latitud Sur y 79°15'12.0" longitud oeste, a una altitud de 102 m.s.n.m.

3.2. Tipo de investigación

Se realizó una investigación de tipo experimental en la cual se evaluaron diferentes variables, a fin de identificar la respuesta de éstas a la aplicación de los tratamientos en estudio en el cultivo de ají jalapeño en el cantón La Maná.

3.3. Métodos de investigación

Se aplicaron los métodos inductivo, deductivo y analítico. El método inductivo se utilizó para el planteamiento de las variables de respuesta en base a los objetivos planteados. El método deductivo sirvió para la identificación del efecto específico de los tratamientos en estudio sobre las variables agronómicas de respuesta, mientras que el método analítico se usó para el análisis e interpretación de los datos obtenidos en la evaluación de las variables de respuesta.

3.4. Fuentes de recopilación de la información

La información se obtuvo de fuentes primarias y secundarias, siendo las fuentes primarias, aquella información obtenida mediante el registro de las variables de respuesta, mientras que las fuentes secundarias fueron libros, revistas, boletines divulgativos, manuales técnicos, folletos, y demás fuentes bibliográficas.

3.5. Diseño experimental y análisis estadístico

El ensayo se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos en cuatro repeticiones. Todas las variables se sometieron al análisis de varianza y se utilizó la

prueba de Tukey al 95% de probabilidad para la comparación de las medias de los tratamientos. El análisis estadístico se lo realizó en Infostat versión 2017.

El análisis de varianza se presenta en la Tabla 1:

Tabla 1. Esquema del análisis de varianza a utilizarse en el ensayo

Fuente de variación	Grados de libertad
Repeticiones	3
Tratamientos	3
error	9
Total	15

3.5.1. Especificaciones del experimento

Distancia entre plantas:	0.4 m
Distancia entre hileras:	0.8 m
Ancho de la parcela:	3.2 m
Largo de las parcelas:	4.0 m
Área de cada parcela:	12.8 m ²
Ancho de las repeticiones:	3.2 m
Longitud de las repeticiones:	19.0 m
Distancia entre repeticiones:	1.5 m
Distancia entre tratamientos:	1.0 m
Ancho del sitio experimental:	17.3
Longitud del sitio experimental:	19.0 m
Área total del ensayo:	328.7 m ²
Área útil del ensayo:	204.8 m ²
Número de tratamientos:	4
Número de repeticiones:	4
Número de unidades experimentales:	16
Número de plantas por hilera:	8
Número de hileras:	5
Número de plantas por parcela:	40

Número de plantas por tratamiento:	160
Número de plantas por repeticiones:	160
Total de plantas en el ensayo:	640
Número de plantas útiles por parcela:	18
Total de plantas útiles en el ensayo:	288

3.6. Instrumentos de investigación

3.6.1. Tratamientos estudiados

Se estudiaron tres bioestimulantes, los mismos que se compararán con un testigo sin adición de éstos, tal como se detallan a continuación:

T₁: Stimufol (1 kg/ha)

T₂: Ergostim (500 cc/ha)

T₃: Kelpak (1 l/ha)

T₄: Testigo

3.6.2. Material genético

3.6.2.1. Preparación y delimitación del terreno

La preparación se la efectuó mediante dos pases de rastra en ambos sentidos a fin de dejar el terreno quede bien suelto y mullido, y facilitar el desarrollo radicular del cultivo. Se utilizaron latillas de caña de 0.8 m para delimitar el área de la investigación y la ubicación de las parcelas de acuerdo a las especificaciones del experimento.

3.6.2.2. Siembra

El semillero se lo realizó en bandejas germinadoras de poliestireno de 128 celdas. Para el sustrato se mezcló turba, vermicompost y tamo de arroz quemados en cantidades de 5 kg, 2 kg y 1 kg respectivamente. Posteriormente, se llenaron las bandejas y se colocó la semilla a una profundidad de 3 mm y se cubrió superficialmente con mezcla de sustrato. Finalmente

se cubrieron las bandejas con un plástico negro a fin de darle más temperatura y acelerar el proceso de germinación de la semilla.

3.6.2.3. Trasplante

El trasplante se efectuó a los 21 días después de la siembra de acuerdo al marco de plantación, en hoyos de 20 cm de profundidad, donde se colocarán 350 g de compost maduro por cada hoyo, utilizando una tarrina de medida.

3.6.2.4. Drenaje

Se construyeron surcos que atravesaron las tres repeticiones, los mismos que fueron de 0.3 m de ancho y 0.1 m de profundidad, con el objetivo de evacuar el excedente de agua de las parcelas.

3.6.2.5. Tutorado

Para esta labor se utilizaron latillas de caña de 1.0 m de longitud por cada planta a fin de darle sostén y mantener la planta erguida.

3.6.2.6. Aporque

Se realizó el aporque con tierra en la parte del cuello de la raíz para reforzar su base y favorecer el desarrollo radicular.

3.6.2.7. Poda

Semanalmente se eliminaron hojas bajas, enfermas y chupones utilizando una tijera de poder Felco No. 2, con la finalidad de equilibrar la planta y disminuir la transpiración excesiva como consecuencia de un alto número de hojas no funcionales.

3.6.2.8. Fertilización

El plan de fertilización consistió en la aplicación de 5 g por planta de fertilizantes completo 8-20-20 a los 5 días después del trasplante, posteriormente a los 40 días se fertilizó utilizando 5 g de urea y una tercera fertilización a base de 10 g por planta de Yaramila Complex a los

55 días después de la siembra. La fertilización foliar consistió en la aplicación de los bioestimulantes en estudio en las dosis establecidas a los 30, 45 y 60 días de edad del cultivo, mientras que para el testigo no se aplicó fertilización foliar.

3.6.2.9. Control fitosanitario

El control de consistió en la aplicación de Karate (lambdacialotrina) en dosis de 100 cc/ha inmediatamente después de la siembra para evitar ataques de insectos como pulgones, mosca blanca y araña roja. Posteriormente, a los 20 días se aplicó Confidor 70 WG (Imidacloprid) en dosis de 50 g/ha. Luego se alternarán estos dos controles de acuerdo a la incidencia de insectos plaga a fin de evitar la resistencia por parte de los insectos.

Teniendo en cuenta la época lluviosa en la que se realizó el ensayo, se realizaron aplicaciones alternadas de fungicidas cada 20 días de Custodia (Tebuconazole 200 g/l + Azoxystrobin 120 g/l) en dosis de 500 cc/ha y Scenic (Tebuconazol + Fluoxastrobina + Protioconazol + Glicerol) en dosis de 125 cc/ha, a fin de evitar el desarrollo de resistencia de los patógenos como *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani*, *Alternaria* spp.

3.6.2.10. Cosecha

La cosecha se realizó en el momento que las plantas alcanzaron su madurez fisiológica y los frutos estuvieron para su comercialización

3.6.3. Variables evaluadas

3.6.3.1. Número de días a la floración

Se contabilizó el número de días transcurridos entre el día de la siembra y el momento en que se aprecie más del 50% de las plantas de la unidad experimental con presencia de flores.

3.6.3.2. Número de días a la fructificación

Para la evaluación de esta variable se consideró el período en días desde la siembra hasta la aparición de los primeros frutos en cada unidad experimental.

3.6.3.3. Altura de plantas a los 45, 60 y 75 días

Se midieron 10 plantas escogidas aleatoriamente dentro de cada unidad experimental a los 45, 60 y 75 días de edad del cultivo, utilizando una cinta métrica, considerando desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja más joven, Posteriormente se determinó el promedio por cada tratamiento.

3.6.3.4. Número de frutos por planta

Se realizó un conteo de los frutos producidos por plantas útiles dentro de la unidad experimental para luego establecer el promedio por cada tratamiento.

3.6.3.5. Longitud del fruto

Los todos frutos provenientes de 10 plantas al azar dentro de la parcela útil se midieron con un calibrador pie de rey, para luego determinar el promedio expresado en centímetros.

3.6.3.6. Diámetro del fruto (cm)

Para la evaluación de esta variable se consideraron los frutos utilizados para la variable anterior, en los cuales se midió su diámetro con un calibrador digital para posteriormente promediar y expresar la medida en centímetros.

3.6.3.7. Peso del fruto (g)

Los frutos utilizados para la evaluación de la longitud y diámetro se pesaron en una balanza digital. Luego se promedió dicho peso y se expresó en gramos.

3.6.3.8. Rendimiento (kg/ha)

El rendimiento por hectárea se obtuvo en base a la producción de cada parcela en kilogramos, utilizando la siguiente fórmula:

$$RPH= RPP * 10000 \text{ m}^2/\text{AUP}$$

Dónde:

RPH: Rendimiento por hectárea (kg)

RPP: Rendimiento por parcela (kg)

AUP: Área útil de la parcela (m²)

3.6.3.9. Análisis económico

Para el análisis económico se consideraron los respectivos costos de tratamiento, con el respectivo rendimiento, para determinar la viabilidad económica en base a la relación beneficio/costo y porcentaje de rentabilidad, utilizando las siguientes fórmulas:

$$B/C = \text{Ingreso bruto} / \text{costo total de producción}$$

$$\text{Rentabilidad (\%)} = \text{Ingreso neto} / \text{costo total de producción} * 100$$

3.7. Recursos humanos y materiales

3.7.1. Recursos humanos

- Director del Proyecto de Investigación
- Estudiante responsable de la investigación
- Operarios de campo

3.7.2. Recursos materiales

- Anillados
- Aspersora de mochila
- Azadón
- Balanza digital
- Baldes plásticos
- Borrador
- Calibrador digital
- CD
- Cinta métrica

- Flexómetro
- Libreta de campo
- Machete
- Memoria USB
- Rastrillo
- Resmas de hojas
- Tijera de podar
- Impresora
- Computadora

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Días a la floración y fructificación

En la Tabla 2, se presentan los promedios correspondientes al número de días a la floración y fructificación. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para los tratamientos estudiados en ambas variables estudiadas, siendo el coeficiente de variación 1.63 y 2.96%, para el número de días a la floración y fructificación, respectivamente.

El testigo (Sin fertilización foliar) presentó mayor número de días a la floración y fructificación, con 55.25 y 71.50 días, respectivamente, superior estadísticamente a los demás tratamientos que presentaron entre 49.75 y 52.75 días a la floración, y de 61.75 a 68.00 días a la fructificación.

Tabla 2. Número de días a la floración y fructificación del cultivo de ají jalapeño en respuesta a la aplicación de tres bioestimulantes orgánicos en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi

Tratamientos	Días a la floración	Días a la fructificación
T ₁ : Stimufol (1 kg/ha)	49.75 c	61.75 c
T ₂ : Ergostim (500 cc/ha)	52.00 b	67.00 b
T ₃ : Kelpak (1 l/ha)	52.75 b	68.00 ab
T ₄ : Testigo (Sin fertilización foliar)	55.25 a	71.50 a
Promedio	52.44	67.06
Coefficiente de variación (%)	1.63	2.96

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p > 0.05$)

4.1.2. Altura de planta a los 45, 60 y 75 días (cm)

Los promedios de la altura de planta a los 45, 60 y 75 días de edad del cultivo se presentan en la Tabla 3. De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística para las tres evaluaciones. El coeficiente de variación fue de 4.80, 3.72 y 4.18%, para la altura de planta a los 45, 60 y 75 días, respectivamente.

Con la aplicación de Stimufol (1 kg/ha), se obtuvieron plantas más altas a los 45 días, con 26.30 cm, estadísticamente igual a Ergostim (500 cc/ha) y Kelpak (1 l/ha), que presentaron promedios de 25.18 y 25.00 cm, estadísticamente superiores al testigo que produjo plantas con altura promedio de 22.35 cm.

Tabla 3. Altura de planta a los 45, 60 y 75 DDS en el cultivo de ají jalapeño en respuesta a la aplicación de tres bioestimulantes orgánicos en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi

Tratamientos	Altura de planta (cm)		
	45 DDS	60 DDS	75 DDS
T ₁ : Stimufol (1 kg/ha)	26.30 a	36.00 a	46.63 a
T ₂ : Ergostim (500 cc/ha)	25.18 a	33.58 ab	44.00 a
T ₃ : Kelpak (1 l/ha)	25.00 a	33.10 b	43.48 a
T ₄ : Testigo (Sin fertilización foliar)	22.35 b	29.85 c	39.03 b
Promedio	24.71	33.13	43.28
Coefficiente de variación (%)	4.80	3.72	4.18

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p>0.05$)

4.1.3. Número de frutos por planta

En la Tabla 4, se presentan los promedios del número de frutos por planta. El análisis de varianza determinó que los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística, con un coeficiente de variación de 9.97%.

Cuando se aplicó Stimufol (1 kg/ha) se colectó más frutos por planta con 28.75 frutos, estadísticamente superior a los demás tratamientos y testigo (sin fertilización foliar) que produjeron entre 15.25 frutos, siendo el testigo (sin fertilización foliar) el de menor producción de frutos por planta.

Tabla 4. Número de frutos por planta en el cultivo de ají jalapeño en respuesta a la aplicación de tres bioestimulantes orgánicos en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi

Tratamientos	Número de frutos por planta
T ₁ : Stimufol (1 kg/ha)	28.75 c
T ₂ : Ergostim (500 cc/ha)	22.25 b
T ₃ : Kelpak (1 l/ha)	22.50 b
T ₄ : Testigo (Sin fertilización foliar)	15.25 a
Promedio	22.19
Coefficiente de variación (%)	9.97

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p>0.05$)

4.1.4. Longitud, diámetro y peso del fruto

Los promedios de longitud, diámetro y peso del fruto de ají en respuesta a la aplicación de los tratamientos, se presentan en la Tabla 5. De acuerdo al análisis de varianza los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística para las tres variables evaluadas. El coeficiente de variación fue de 4.88, 4.78 y 8.06 % para la longitud, diámetro y peso del fruto, respectivamente.

La aplicación de Stimufol (1 kg/ha) produjo frutos de mayor longitud, peso y diámetro con 7.45 cm, 45.25 mm y 86.90 g, en su orden, superando estadísticamente a los demás tratamientos, que registraron valores que oscilaron entre 5.58 y 6.73 cm de longitud, 33.50 y 41.00 mm de diámetro y de 51.35 a 72.28 g de peso del fruto. El testigo (sin fertilización foliar) registró los menores valores de las mencionadas variables.

Tabla 5. Longitud, diámetro y peso del fruto de ají jalapeño en respuesta a la aplicación de tres bioestimulantes orgánicos en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi

Tratamientos	Longitud del fruto (cm)	Diámetro del fruto (mm)	Peso del fruto (g)
T ₁ : Stimufol (1 kg/ha)	7.45 a	45.25 a	86.90 a
T ₂ : Ergostim (500 cc/ha)	6.63 b	40.50 b	70.48 b
T ₃ : Kelpak (1 l/ha)	6.73 b	41.00 b	72.28 b
T ₄ : Testigo (Sin fertilización foliar)	5.58 c	33.50 c	51.35 c
Promedio	6.59	40.06	70.25
Coefficiente de variación (%)	4.88	4.78	8.06

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey (p>0.05)

4.1.5. Rendimiento (kg/ha)

En la Tabla 6, se presentan los promedios del rendimiento por hectárea del cultivo de ají (kg). El análisis de varianza determinó que los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística, con un coeficiente de variación de 14.88 %.

Con la aplicación de aplicó Stimufol (1 kg/ha) se alcanzó mayor nivel de rendimiento con 44331.60 kg/ha, estadísticamente superior a los demás tratamientos y testigo (sin fertilización foliar) que produjeron entre 13819.45 y 28784.72 kg/ha, siendo el testigo (sin fertilización foliar) el que menor rendimiento produjo.

Tabla 6. Rendimiento del cultivo de ají jalapeño en respuesta a la aplicación de tres bioestimulantes orgánicos en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)
T ₁ : Stimufol (1 kg/ha)	44331.60 a
T ₂ : Ergostim (500 cc/ha)	27673.61 b
T ₃ : Kelpak (1 l/ha)	28784.72 b
T ₄ : Testigo (Sin fertilización foliar)	13819.45 c
Promedio	28652.34
Coefficiente de variación (%)	14.88

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey (p>0.05)

4.1.6. Análisis económico

En la Tabla 7, se presenta el análisis económico del rendimiento del cultivo en función de los respectivos costos de los tratamientos. Con la aplicación de Stimufol (1 kg/ha) se logró obtener el mayor rendimiento con 44331.60 kg/ha que a su vez produjo la mayor rentabilidad con 117.06%, a un costo de tratamiento de \$ 153.20, costo variable de \$ 5319.79, representando un costo total de \$ 11232.99. Dicho tratamiento produjo un ingreso bruto de \$ 24382.38, y un ingreso neto de \$ 13149.39, con una relación beneficio/costo de 2.17, lo que indica que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de \$ 1.17.

Con Kelpak se obtuvo una rentabilidad de 68.93%, mientras que Ergostim (500 cc/ha) produjo una rentabilidad de 64.73%. El testigo (sin fertilización foliar) produjo apenas un 2.46% de rentabilidad, con una ganancia de \$ 0.02 por cada dólar invertido.

Tabla 7. Rendimiento del cultivo de ají jalapeño en respuesta a la aplicación de tres bioestimulantes orgánicos en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Ingreso bruto (\$)	Costo variable (\$)	Costo del tratamiento (\$)	Costo total (\$)	Ingreso neto (\$)	B/C	Rentabilidad (%)
T ₁ : Stimufol (1 kg/ha)	44331.60	24382.38	5319.79	153.20	11232.99	13149.39	2.17	117.06
T ₂ : Ergostim (500 cc/ha)	27673.61	15220.49	3320.83	158.80	9239.63	5980.86	1.65	64.73
T ₃ : Kelpak (1 l/ha)	28784.72	15831.60	3454.17	157.60	9371.77	6459.83	1.69	68.93
T ₄ : Testigo	13819.45	7600.70	1658.33		7418.33	182.37	1.02	2.46

Precio de venta	\$ 0.55/kg
Cosecha + transporte	\$0.12/kg
Costo fijo	\$ 5760.00/ha
Precio Stimufol	\$ 14.30/kg
Precio Ergostim	\$ 15.70/l
Precio Kelpak	\$ 15.40/l

4.2. Discusión

Los resultados de la evaluación del período comprendido entre la siembra y el inicio de la floración y fructificación en el cultivo de ají jalapeño en el área estudio, reflejaron que la aplicación de los bioestimulantes influenció en la aceleración de dichos procesos fisiológicos de las plantas, destacándose Stimufol (1kg/ha) que acortó en 5.5 y 9,75 días el tiempo a la floración y fructificación, respectivamente, traduciendo en una aceleración de 9.95 y 13.64%, en su orden. El efecto es mayor al observado por Gaibor (2015), quien en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.), reportó acortes de 0.2 (0.68%) y 0.1 (0.32%) días a la aparición de las primeras flores y primeros frutos, en comparación con el testigo absoluto respectivamente. Esto se puede atribuir a un aporte de nutrientes de mayor variedad y más balanceado contenido en Stimufol, lo que pudo causar una notable reacción acelerante en los procesos descritos, es decir, que este producto favorece la precocidad (Sánchez, 2017).

Las marcadas diferencias significativas evidenciadas en la evaluación de las altura de planta de ají jalapeño a los 45, 60 y 75 días, demuestran que todos los bioestimulantes en estudio, produjeron un efecto significativo en el crecimiento de las plantas, siendo Stimufol el que presentó mejores resultados, produciendo un incremento de altura de 3.95 (17.67%), 6.15 (20.60%) y 7.60 cm (19.47%), respecto al testigo sin fertilización foliar, lo que pone en evidencia el aporte de Stimufol al crecimiento del cultivo, lo que corrobora lo sostenido por SYNGENTA (2013), que indica que Stimufol, promueve el crecimiento de los cultivos, y la obtención de frutos de mejor calidad. Esto a su vez, posiblemente es un efecto de un mayor grado de concentración de nitrógeno presente en Stimufol, nutriente que es el que produce mayor efecto en la división y elongación celular que desencadena mayor crecimiento de las plantas (Monsalve *et al.*, 2009).

En lo correspondiente a la cosecha de frutos y sus principales componentes de rendimiento, se pudo apreciar que con Stimufol (1 kg/ha) se pudo obtener frutos de mejores características de longitud (7.45 cm), diámetro (45.25 mm) y peso (86.90 g), que en conjunto con una mayor producción de frutos por planta (28.75 frutos), desencadenó un mayor nivel de rendimiento por hectárea (44331.60 kg). Este efecto se puede atribuir en parte a un mayor contenido nutricional de macro y microelementos presente en la composición nutricional de Stimufol, que actúan en sinergia sobre el cultivo, promoviendo la obtención de cosechas de

mayor calidad, y a la vez incrementando los niveles de producción (Angulo, 2009; Quiancha, 2014). Respecto a esto Gaibor (2015), tanto en la zona de Buena Fe como en Quevedo, obtuvo frutos de mejores características, mayor producción de frutos por planta y un incremento promedio de 16319.3 kg/ha en el cultivo de pepino establecido en época lluviosa en las mencioandas zonas agroclimáticas.

En lo referente al análisis económico, se evidenció que mediante la aplicación de Stimufol (1 kg/ha) se logró obtener la mayor rentabilidad con 117.06%, a un costo de tratamiento de \$ 153.20, lo que permite aseverar que con este bioestimulante se puede mejorar significativamente tanto el rendimiento de los cultivos, como la obtención de mejores niveles de rentabilidad por unidad de superficie, aportando notoriamente al desarrollo de la productividad de los sistemas de producción, lo que justifica la inversión en este bioestimulante foliar en la explotación comercial del cultivo de ají jalapeño, sin embargo, aun se debe profundizar es posibles variaciones que se pueda producir, en función del cambio de la dosis y frecuencia de aplicación de este tipo de productos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La aplicación de Stimufol (1 kg/ha), produjo una reducción de 5.50 y 9.75 días a la floración y fructificación con respecto a la no aplicación de fertilización foliar en el cultivo de ají jalapeño.
- Los tres bioestimulantes influenciaron significativamente el crecimiento del cultivo de ají, produciendo plantas más altas que el testigo a los 45, 60 y 75 días, destacándose Stimufol (1 kg/ha) que produjo un incremento de 3.95, 6.15 y 7.60 cm, respectivamente, con respecto al testigo sin fertilización foliar.
- Con Stimufol (1 kg/ha) se pudo obtener frutos de mejores características de longitud (7.45 cm), diámetro (45.25 mm) y peso (86.90 g), que en conjunto con una mayor producción de frutos por planta (28.75 frutos), desencadenó un mayor nivel de rendimiento por hectárea (44331.60 kg).
- Mediante la aplicación de Stimufol (1 kg/ha) se logró obtener la mayor rentabilidad con 117.06%, a un costo de tratamiento de \$ 153.20.

5.2. Recomendaciones

- Realizar aplicaciones foliares de Stimufol (1 kg/ha) para obtener mayor crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo ají jalapeño.
- Evaluar diferentes dosis y frecuencias de aplicación de Stimufol a fin de explorar posibles variaciones en el comportamiento agronómico y producción del cultivo de ají jalapeño.
- Replicar el presente estudio en otra zona con diferentes condiciones agrometeorológicas a fin de establecer la viabilidad de invertir en la producción del cultivo de ají con la aplicación del fertilizante foliar que mostró los mejores resultados en el presente estudio.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Referencias bibliográficas

- Anguiano, J. (2010). Comparación en la respuesta fisiológica en plantas de chile bajo el efecto de tres temperaturas nocturnas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín-México. 136 p.
- Angulo, F. (2009). Evaluación de cuatro bioestimulantes comerciales en el desarrollo de plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivar Nacional. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 99 p.
- Azofeifa, A., & Moreira, M. (2008). Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. Cv. hot) en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 32(1): 19-29.
- Barreto, A. (2006). Estudio de algunos componentes del comportamiento reproductivo en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista-México. 64 p.
- Basantes, E. (2015). Manejo de cultivos andinos del Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Quito-Ecuador. 46 p.
- Bosland, P., & Votava, E. (2012). Peppers: vegetable and spice capsicums. Second Edition. CABI. London-United Kingdom. 230 p.
- CALS. (2016). Kelpak. Obtenido de <https://www.calstiendavirtual.cl/html5/Fichas/6CASA%20JARD%C3%8DN/0126756%20KELPAK.pdf>.
- Carrera, D., & Canacuán, A. (2011). Efecto de tres bioestimulantes orgánicos y un químico en dos variedades de fréjol arbustivo Cargabello y Calima Rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) en Cotacachi-Imbabura. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador. 88 p.
- Chávez, J., Tuxill, J., & Jarvis, D. (2004). Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Roma-Italia. 264 p.
- Díaz, M. (2015). Bioestimulantes en la agricultura. Obtenido de <http://www.agromarketing30.com/bioestimulantes/>.
- FOSAC. (2007). Importancia de los ácidos húmicos . Obtenido de <http://fosacperu.blogspot.com/2007/07/importancia-de-los-cidos-humicos-del-mo.html>.
- Gaibor, R. (2015). Evaluación del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L) a la aplicación de bioestimulantes orgánicos en dos zonas agroclimáticas en la provincia de Los Ríos. Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil-Ecuador. 134 p.

- García, G. (2005). Efectos de un multiextracto de algas y cianobacterias sobre la producción y calidad de tomate ecológico e integrado. Obtenido de <http://www.horticom.com/pd/imagenes/59/039/59039.html>.
- Hidalgo, J. (2017). La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: El sector florícola ecuatoriano . Universidad Andina Simón Bolívar. Quito-Ecuador. 94 p.
- Jorquera, Y., & Yuri, J. (2006). Bioestimulantes. Obtenido de http://pomaceas.uta.cl/html/Docs/pdf/2006_06_06.pdf.
- Juarez, G. (2016). Efecto de auxinas y citocininas sobre el cuajado y desarrollo de fruto de chile jalapeño; Ipala, Chiquimula. Universidad Rafael Landívar. Jutiapa-Guatemala. 76 p.
- Karni, L., & Aloni, B. (2002). Fructokinase and hexocainase from pollen grain of bell pepper (*Capsicum annuum* L.), posible in pollen germination unde conditions of nigh temperature ann CO2 enrichment . *Annals of Botany* 90: 607-612.
- Kelpak. (2018). Kelpak. Obtenido de <https://www.kelpak.com/kelpak-spanish.html>.
- Martínez, R., Dibut, B., & Ríos, Y. (2010). Efecto de la integración de aplicaciones agrícolas de biofertilizantes y fertilizantes minerales sobre las relaciones suelo-planta. *Cultivos Tropicales* 31(3): 1-9.
- Matarín, A. (2008). Aplicaciones ambientales en la agricultura intensiva en El Ejido (Almería). Universidad de Almería. Almería-España. 275 p.
- Medjdoub, R. (2012). Las algas marinas y la agricultura. Obtenido de <http://www.terralia.com/articulo.php?recordID=5806>.
- Michitte, P. (2007). Nutrición vegetal: aminoácidos. Obtenido de <http://econatur.net/media/File/aminoacidos.pdf>.
- Monsalve, J., Escobar, R., Acevedo, M., Sánchez, M., & Coopman, R. (2009). Efecto de la concentración de nitrógeno sobre atributos morfológicos, potencial de crecimiento radical y estatus nutricional en plantas de *Eucalyptus globulus* producidas a raíz cubierta. *Bosque (Valdivia)* 30(2): 88-94.
- Montenegro, E. (2015). Determinar el comportamiento agronómico de plántulas de ají (*Capsicum chinense* Jacq) a la aplicación de dos bioestimulantes radiculares en tres tipos de sustratos en la zona de San Antonio de Ibarra, provincia de Imbabura. Universidad Técnica de Babahoyo. El Angel-Ecuador. 59 p.
- Morales, C. (2016). Manual de manejo agronómico del arándano. Uso de bioestimulantes. INIA. Santiago de Chile-Chile. 43-47.

- Moreno, S. (2017). Extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) bajo condiciones de Cañete. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 64 p.
- QSI. (2017). Ergostim. Obtenido de http://www.qsindustrial.biz/media_qsi/uploads/fichas_tecnicas/ergostim.pdf.
- Quiancha, W. (2014). Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum* L.), sometido a tres niveles de fertilización y dos bioestimulantes orgánicos en la zona de Pifo, provincia de Pichincha. Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo-Ecuador. 110 p.
- Roblero, A. (2007). Producción de plántulas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) bajo películas fotoselectivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista-México. 67 p.
- Russo, V. (2012). Peppers: botany, production and uses. CABI. London-United Kingdom. 280 p.
- Sanabria, H. (2014). Beneficios de aminoácidos ante situaciones de estrés del cultivo. Obtenido de <https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/beneficios-de-aminoacidos-ante-situaciones-de-estres-del-cultivo/>.
- Sánchez, A. (2017). Propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* (bambú), en el vivero Bambunet del cantón Archidona, provincia de Napo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 102 p.
- SIFATEC. (2015). Ergostim. <https://sifatec.com.mx/catalogo/ergostim/>.
- Solis, F. (2015). Rendimiento y calidad de ají jalapeño (*Capsicum annuum*) cv. Mitla empleando diferentes concentraciones de ácido salicílico. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 70 p.
- Sosa, H. (2015). Stimufol. Obtenido de <https://menteacida.com/stimufol.html>.
- SYNGENTA. (2011). Stimufol Special: Ficha Técnica. Obtenido de https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/174317/ft-stimufol-special.pdf
- SYNGENTA. (2013). Stimufol: Ficha Técnica. Obtenido de <http://www3.syngenta.com/country/es/sp/productos/Documents/ft/ft-stimufol-k.pdf>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de la variable número de días a la floración

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor
Bloques	3	3.6875	1.2292	1.6857	0.2389 N.S.
Tratamientos	3	61.6875	20.5625	28.2000	0.0001 **
Error	9	6.5625	0.7292		
Total	15	71.9375			

N.S.: No Significativo; **: Altamente significativo

Anexo 2. Análisis de varianza de la variable número de días a la fructificación

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor
Bloques	3	2.1875	0.7292	0.1845	0.9043 N.S.
Tratamientos	3	195.1875	65.0625	16.4657	0.0005 **
Error	9	35.5625	3.9514		
Total	15	232.9375			

N.S.: No Significativo; **: Altamente significativo

Anexo 3. Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 45 días (cm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor
Bloques	3	2.5719	0.8573	0.6092	0.6257 N.S.
Tratamientos	3	33.5919	11.1973	7.9566	0.0067 **
Error	9	12.6656	1.4073		
Total	15	48.8294			

N.S.: No Significativo; **: Altamente significativo

Anexo 4. Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 60 días (cm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor
Bloques	3	2.8869	0.9623	0.6344	0.6113 N.S.
Tratamientos	3	76.7769	25.5923	16.8733	0.0005 **
Error	9	13.6506	1.5167		
Total	15	93.3144			

N.S.: No Significativo; **: Altamente significativo

Anexo 5. Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 75 días (cm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor
Bloques	3	6.1419	2.0473	0.6246	0.6169 N.S.
Tratamientos	3	119.4019	39.8006	12.1423	0.0016 **
Error	9	29.5006	3.2778		
Total	15	155.0444			

N.S.: No Significativo; **: Altamente significativo

Anexo 6. Análisis de varianza de la variable número de frutos por planta

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor
Bloques	3	45.1875	15.0625	3.0766	0.0832 N.S.
Tratamientos	3	365.1875	121.7292	24.8638	0.0001 **
Error	9	44.0625	4.8958		
Total	15	454.4375			

N.S.: No Significativo; **: Altamente significativo

Anexo 7. Análisis de varianza de la variable longitud del fruto (cm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor
Bloques	3	0.1619	0.054	0.5218	0.6779 N.S.
Tratamientos	3	7.1569	2.3856	23.0712	0.0001 **
Error	9	0.9306	0.1034		
Total	15	8.2494			

N.S.: No Significativo; **: Altamente significativo

Anexo 8. Análisis de varianza de la variable diámetro del fruto (mm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor
Bloques	3	11.6875	3.8958	1.0605	0.4129 N.S.
Tratamientos	3	284.1875	94.7292	25.7864	0.0001 **
Error	9	33.0625	3.6736		
Total	15	328.9375			

N.S.: No Significativo; **: Altamente significativo

Anexo 9. Análisis de varianza de la variable peso del fruto (g)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor
Bloques	3	26.7850	8.9283	0.2784	0.8397 N.S.
Tratamientos	3	2554.3350	851.4450	26.5523	0.0001 **
Error	9	288.6000	32.0667		
Total	15	2869.7200			

N.S.: No Significativo; **: Altamente significativo

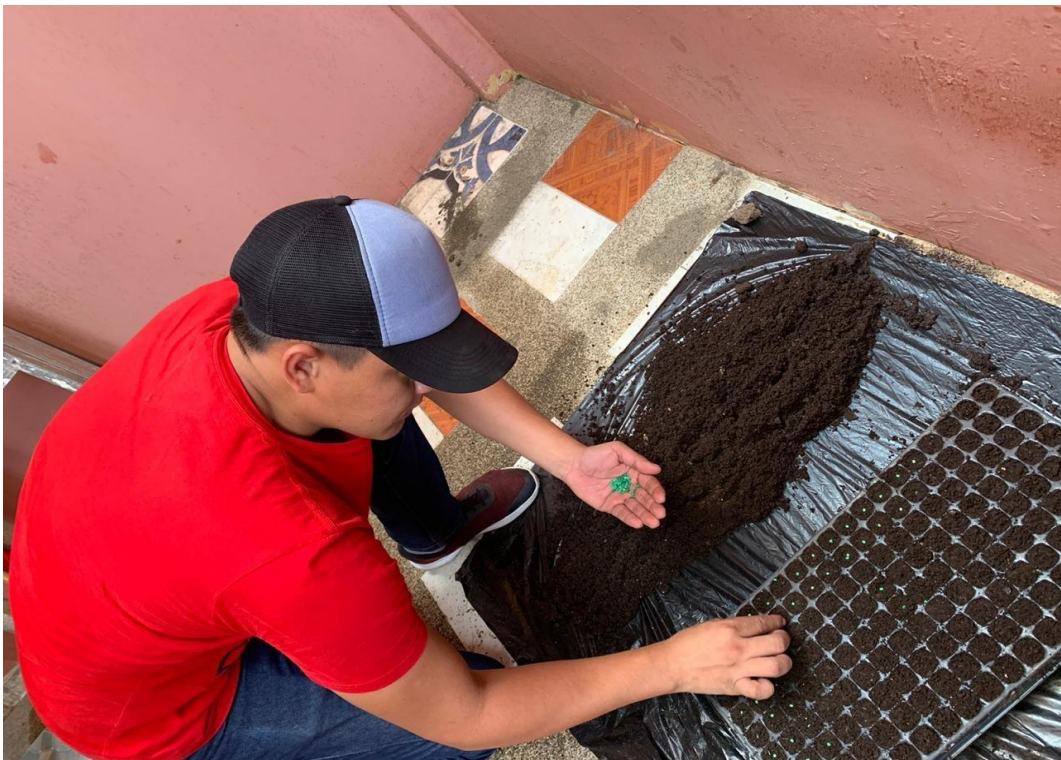
Anexo 10. Análisis de varianza de la variable rendimiento (kg/ha)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor
Bloques	3	117119482.77	39039827.59	2.1484	0.1641 N.S.
Tratamientos	3	1867317289.91	622439096.64	34.2527	<0.0001 **
Error	9	163547757.81	18171973.09		
Total	15	2147984530.50			

N.S.: No Significativo; **: Altamente significativo



Anexo 11. Llenado de bandejas para el semillero



Anexo 12. Siembra en gavetas germinadoras



Anexo 13. Cultivo de ají jalapeño a los 30 días





Anexo 14. Control de malezas en el cultivo de ají



Anexo 15. Floración y fructificación del cultivo de ají



Anexo 16. Tutoreo a las plantas de ají jalapeño



Anexo 17. Evaluación de la longitud (cm) y diámetro del fruto (mm)



Anexo 18. Evaluación del peso del fruto (g)